

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-354374

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

H01G 4/30

H01G 4/30

(21)Application number : 10-154776

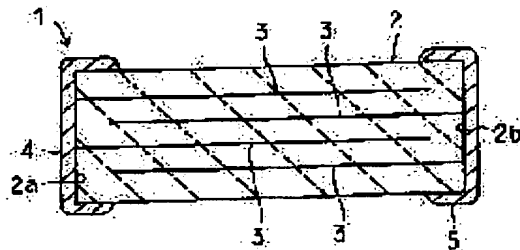
(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 03.06.1998

(72)Inventor : ITO EIJI
HOSOKAWA TAKAO**(54) LAMINATED CERAMIC ELECTRONIC PARTS, MANUFACTURE THEREOF, AND CONDUCTIVE PASTE FOR FORMING INTERNAL ELECTRODES****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a laminated electronic part which has excellent adhesion between an internal electrode and a ceramic layer, and hardly cause a short-circuit failure, etc., due to a partial defect of the internal electrode, and has excellent reliability, and furthermore has good electrical characteristics such as capacitance, etc.

SOLUTION: A laminated electronic part is laminated so as to overlay a plurality of internal electrodes 3 via ceramic layers within a ceramic sintered body 2. The internal electrodes 3 are formed by calcining a conductive paste which includes metal powder and ceramic powder having a mean particle diameter of half or less that of the metal powder and wherein the ceramic powder is two to 40 weight % of the overall solid matter.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

27.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3514117

[Date of registration]

23.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Laminating ceramic electronic parts characterized by forming said internal electrode including metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of this metal powder in the laminating ceramic electronic parts with which the laminating of two or more internal electrodes is carried out through the ceramic layer into the ceramic sintered compact of baking of the *****-strike which this ceramic powder contains at 2 - 40% of the weight of a rate of total solids.

[Claim 2] Laminating ceramic electronic parts according to claim 1 which are multilayer capacitors.

[Claim 3] Metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of this metal powder are included. The process which carries out the laminating of the ceramic green sheet of two or more sheets with which the conductive paste for internal electrode formation which this ceramic powder contains at 2 - 40% of the weight of a rate of total solids was printed, and obtains a layered product, The manufacture approach of the laminating ceramic electronic parts which calcinate said layered product and are characterized by having the process which obtains a ceramic sintered compact, and the process which forms an external electrode so that it may connect with said internal electrode electrically at the outside surface of said ceramic sintered compact.

[Claim 4] The manufacture approach of laminating ceramic electronic parts according to claim 3 that said ceramic powder consists of the same ingredient as the ceramic powder in a ceramic green sheet.

[Claim 5] Conductive paste for internal electrode formation characterized by this ceramic powder containing at 2 - 40% of the weight of a rate of total solids including metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of said metal powder.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the conductive paste for internal electrode formation used for the above-mentioned laminating ceramic electronic parts at the laminating ceramic electronic parts with which the adhesion of a ceramic and an internal electrode was raised more to laminating ceramic electronic parts like a multilayer capacitor, and its manufacture approach list by the detail about the conductive paste for internal electrode formation and its manufacture approach, and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] Laminating ceramic electronic parts like a multilayer capacitor are obtained by the approach of the former, for example, the following. First, an internal electrode is formed on a ceramic green sheet. After an appropriate time, two or more sheet laminating of the ceramic green sheet with which the internal electrode was printed is carried out, the laminating of the ceramic green sheet of the solid color of proper number of sheets is carried out further up and down, and a layered product is obtained. After pressurizing the obtained layered product, it calcinates and a ceramic sintered compact is obtained. An external electrode is formed in the outside surface of the obtained ceramic sintered compact.

[0003] By the way, formation of the above-mentioned internal electrode prints the conductive paste for internal electrode formation, and is mainly calcinated in the above-mentioned sintering process. By the way, in recent years, for example, a multilayer capacitor, in order to achieve much more miniaturization and large capacity-ization, thickness of the ceramic layer between internal electrodes is made thin, or the attempt to which the number of laminatings of an internal electrode is made to increase is made.

[0004] consequently, the thickness of the ceramic layer between internal electrodes -- thin -- becoming -- the internal electrode at the time of baking -- growing fat -- a crack tends to arise in the obtained sintered compact -- there was a problem of coming out.

[0005] In order to prevent the above-mentioned crack, the ceramic powder which constitutes the ceramic sintered compact in the conductive paste for internal electrode formation, and the same ceramic powder are added, and the approach of raising the adhesion of an internal electrode and a ceramic layer is tried.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the thickness of the ceramic layer between internal electrodes is becoming very thin with 10 micrometers or less and 5 more micrometers or less with the miniaturization of ceramic electronic parts in recent years. Therefore, the structure of an internal electrode has big effect on a property etc. increasingly. That is, when ceramic powder is added to the conductive paste for internal electrode formation, a defect arises selectively in an internal electrode, or irregularity arises on an internal electrode front face, and problems, such as lowering of a poor short circuit and electrostatic capacity or lowering of dependability, are arising by it.

[0007] The object of this invention is to offer the laminating ceramic electronic parts it excels in the adhesion of an internal electrode and a ceramic layer, and it is not only hard to produce a crack etc., but was hard to produce the defect of the internal electrode itself etc., therefore degradation and the poor short circuit of electrical characteristics excelled [electronic parts] in little dependability, and its manufacture approach.

[0008] Other objects of this invention are conductive paste for internal electrode formation suitable for forming the internal electrode of laminating ceramic electronic parts, and are to offer the conductive paste for internal electrode formation which can form the internal electrode excellent in adhesion with a ceramic layer, and

cannot cause a poor short circuit, degradation of electrical characteristics, etc. easily.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Invention according to claim 1 is characterized by forming said internal electrode including metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of this metal powder of baking of the *****-strike which this ceramic powder contains at 2 - 40% of the weight of a rate of total solids in the laminating ceramic electronic parts with which the laminating of two or more internal electrodes is carried out through the ceramic layer into the ceramic sintered compact. Although especially the laminating ceramic electronic parts concerning this invention are not necessarily limited, a multilayer capacitor consists of specific aspects of affairs of this invention.

[0010] Invention according to claim 3 is the manufacture approach of laminating ceramic electronic parts. Metal powder, The ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of this metal powder is included. The process which carries out the laminating of the ceramic green sheet of two or more sheets with which the conductive paste for internal electrode formation which this ceramic powder contains at 2 - 40% of the weight of a rate of total solids was printed, and obtains a layered product, Said layered product is calcinated and it has the process which obtains a ceramic sintered compact, and the process which forms an external electrode so that it may connect with said internal electrode electrically at the outside surface of said ceramic sintered compact. In invention according to claim 4, the same ingredient as the ceramic powder in a ceramic green sheet is used as the above-mentioned ceramic powder.

[0011] Invention according to claim 5 is conductive paste for internal electrode formation, and is characterized by this ceramic powder containing at 2 - 40% of the weight of a rate of total solids including metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of said metal powder.

[0012]

[Embodiment of the Invention] This invention is clarified by giving the un-limiting-example of this invention hereafter.

[0013] The barium titanate system ceramic powder of 0.5 micrometers of mean diameters, and a plasticizer and an organic solvent were mixed, and the ceramic slurry was obtained. The ceramic green sheet set to 3.0 micrometers by the thickness after baking was formed with the doctor blade method using this ceramic slurry.

[0014] The conductive paste for internal electrode formation which consists of nickel on this ceramic green sheet was printed by the thickness of 2.0 micrometers. After an appropriate time, the 200-sheet laminating of the ceramic green sheet with which internal electrode conductive paste was printed was carried out, the laminating of the ceramic green sheet of the solid color of proper number of sheets was carried out up and down, and the layered product was obtained. The obtained layered product was carried out application of pressure and hot press, and the layered product block was acquired. After cutting this layered product block in the thickness direction so that it may become each multilayer capacitor unit, under the non-oxidizing atmosphere, as it became 1240 degrees C of maximum temperatures, it calcinated, and the sintered compact was obtained. The external electrode was formed in the ends side of the obtained sintered compact, and the multilayer capacitor shown in drawing 1 was obtained. In addition, in drawing 1, with the multilayer capacitor 1, it is arranged so that two or more internal electrodes 3 may overlap through a ceramic layer in the ceramic sintered compact 2. Moreover, the external electrodes 4 and 5 are formed in 2a and 2b at the end face of the ceramic sintered compact 2, respectively.

[0015] If it removed having the mean particle diameter shown with nickel powder with a mean particle diameter of 0.4 micrometers in the following table 1 as the above-mentioned conductive paste for internal electrode formation in obtaining the above-mentioned multilayer capacitor 1, the conductive paste which comes to knead the ceramic powder which consists of the same ingredient as having used for obtaining the above-mentioned ceramic green sheet, a glass frit, binder resin, and an organic solvent was used. In this case, the addition of ceramic powder was made into 10 % of the weight among the total solids of conductive paste.

[0016] the mean diameter of the ceramic powder contained in the conductive paste for internal electrode formation as mentioned above -- 0.5 and 0. -- multilayer capacitor **** of the sample numbers 1-4 which are 3, 0.2, and 0.1 micrometers.

[0017] moreover, the mean particle diameter of the ceramic powder contained in the conductive paste for internal electrode formation using nickel powder whose mean particle diameter is 0.6 micrometers as shown in the following table 2 -- 1.0 and 0. -- if it removed having been referred to as 6, 0.3, or 0.2 micrometers, each

multilayer capacitor of sample numbers 5-8 was obtained like the above.

[0018] In order to evaluate the dependability of the multilayer capacitor of the above-mentioned sample numbers 1-8, one 4 times the direct current voltage of rated voltage (6.3V) was impressed at the temperature of 150 degrees C, and it asked for the average of the time amount which results in failure, i.e., mean down time. In addition, for failure, resistance is 106. The condition of having become below omega shall be said. A result is shown in a table 1 and a table 2. Moreover, about sample numbers 1-4, the result of a table 1 is shown in drawing 2.

[0019]

[A table 1]

試料番号	内部電極ペーストに含有させるセラミック粉末の平均粒径 (μm)	信頼性評価 (平均故障時間) (時間)
1	0.5	10
2	0.3	15
3	0.2	50
4	0.1	50

[0020]

[A table 2]

試料番号	内部電極ペーストに含有させるセラミック粉末の平均粒径 (μm)	信頼性評価 (平均故障時間) (時間)
5	1.0	10
6	0.6	20
7	0.3	45
8	0.2	45

[0021] When the mean particle diameter of the ceramic powder made to contain in conductive paste when nickel powder with a mean particle diameter of 0.4 micrometers was used is 0.2 micrometers or less so that clearly from a table 1 and drawing 2, it turns out that mean down time becomes long substantially and dependability is raised by leaps and bounds. In the sample numbers 7 and 8 using the ceramic powder of the mean particle diameter which is 1/2 or less [of the mean particle diameter of nickel powder] when similarly nickel powder whose mean particle diameter is 0.6 micrometers is used, it turns out that the time amount which results in failure becomes long by leaps and bounds, and dependability is raised.

[0022] As mentioned above, since the ceramic powder contained in the conductive paste for internal electrode formation is made or less [of the particle size of metal powder] into 1/2, on the occasion of baking, the ceramic powder in the conductive paste for internal electrode formation is discharged gradually at a ceramic layer side, and it is thought of because an internal electrode front face is graduated to acquire dependability in slight height, when mean particle diameter uses 1/2 or less ceramic powder of the mean particle diameter of metal powder.

[0023] Next, each multilayer capacitor of sample numbers 9-14 which various content rates of this ceramic powder are changed to nickel powder with a mean particle diameter of 0.4 micrometers like a sample number 3, using ceramic powder with a mean particle diameter of 0.2 micrometers as ceramic powder contained in conductive paste, and is shown in the following table 3 was obtained like the above. In addition, in a table 3, the addition of ceramic powder shows the content rate (% of the weight) of the contained ceramic powder to the total solids in conductive paste.

[0024] In obtaining the multilayer capacitor of the above-mentioned sample numbers 9-14, the end face of a

sintered compact was observed before external electrode formation, and it evaluated whether the crack would have occurred between an internal electrode and a ceramic layer. Consequently, in the sample number 9 whose content rate of ceramic powder is 1 % of the weight, the crack was accepted in the ceramic sintered compact end face. In the multilayer capacitor of sample numbers 10-14, the above-mentioned crack was not accepted in a ceramic sintered compact end face.

[0025] Moreover, electrostatic capacity was measured about each multilayer capacitor obtained by sample numbers 9-14. A result is shown in a following table 3 and following drawing 3.

[0026]

[A table 3]

試料番号	内部電極ペーストに含有させるセラミック粉末の添加量(重量%)	焼結体チップの外観	取得容量(μF)
9	1	× (クラック発生)	1.00
10	2	○	1.00
11	10	○	1.05
12	30	○	1.03
13	40	○	1.00
14	50	○	0.80

[0027] Electrostatic capacity remained in 0.8 micro F at the sample number 14 using the conductive paste for internal electrode formation whose ceramic powder content rate is 50 % of the weight to electrostatic capacity having been 1 micro F or more in the sample numbers 9-13 using the conductive paste for internal electrode formation whose content rate of ceramic powder is 40 or less % of the weight so that clearly from a table 3.

[0028] Therefore, as for the content rate of ceramic powder, the result of a table 3 and drawing 3 shows [of 40 or less % of the weight, then sufficient electrostatic capacity] that is acquired to the total solids in the conductive paste for internal electrode formation. Moreover, in order to prevent generating of the above-mentioned crack, the content rate of ceramic powder is understood [2 % of the weight or more, then] are good.

[0029] Furthermore, the content rate of ceramic powder is also more preferably known by that 10 - 30% of the weight of the range, then big electrostatic capacity are obtained (see as a result of sample numbers 11 and 12).

[0030] In addition, although the above-mentioned sample numbers 1-14 are all the results about a stacked type ceramic condenser What failure cannot produce easily when a big electrical potential difference as mentioned above is impressed That it is because mean particle diameter used 1/2 or less ceramic powder of the mean particle diameter of metal powder, and is hard to produce electrical characteristics and cracks, such as electrostatic capacity Since it is what is depended on the content rate in the conductive paste of this ceramic powder, this invention It can apply to the general laminating ceramic electronic parts arranged so that not only a stacked type ceramic condenser but two or more internal electrodes may overlap through a ceramic layer, and the same effectiveness can be acquired.

[0031] Thus, as laminating ceramic electronic parts, various laminating ceramic electronic parts, such as a laminating varistor, laminating piezo-electricity resonance components, a laminating thermistor, and a laminating ceramic multilayer substrate, can be illustrated. Moreover, the ceramic metallurgy group powder to be used is not restricted to the thing of the above-mentioned example, either, for example, also in the case of Cu, Ag, Pd, etc., metal powder can apply it. In addition, ceramic powder may not be restricted to the same ingredient as a functional device, and may be the one component.

[0032]

[Effect of the Invention] In the laminating ceramic electronic parts concerning invention according to claim 1 An internal electrode contains metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of this metal powder. Since this ceramic powder is formed of baking of the conductive

paste contained at 2 - 40% of the weight of a rate of the total solids under paste a poor short circuit probably because the adhesion of an internal electrode and a ceramic layer is not only raised, but it is hard to produce the partial defect of an internal electrode -- being generated -- hard -- dependability -- excelling -- further -- degradation ***** of electrical characteristics, such as electrostatic capacity, -- being hard -- it becomes possible to offer laminating ceramic electronic parts.

[0033] In invention according to claim 2, the multilayer capacitor which the poor short circuit by the defect of an internal electrode cannot produce easily, is excellent in dependability, and the crack between an internal electrode and a ceramic layer cannot produce easily, and lowering of electrostatic capacity cannot produce easily can be offered.

[0034] In invention according to claim 3, the conductive paste contained so that this ceramic powder may become 2 - 40 % of the weight among the total solids under paste is printed on a ceramic green sheet in manufacture of laminating ceramic electronic parts including metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of this metal powder, and the internal electrode is formed by calcinating the layered product obtained using this ceramic green sheet. Therefore, probably because the ceramic powder contained in the conductive paste for internal electrode formation is spread in a ceramic layer side on the occasion of baking, the laminating ceramic electronic parts of the high performance excellent in the dependability which the adhesion of an internal electrode and a ceramic layer is not only raised, but the poor short circuit by the defect of an internal electrode cannot produce easily, and lowering of electrical characteristics cannot produce easily can be offered.

[0035] Since the above-mentioned ceramic powder is constituted from invention according to claim 4 by the same ingredient as the ceramic powder in a ceramic green sheet, the adhesion of a ceramic layer and an internal electrode is raised further.

[0036] In the conductive paste for internal electrode formation concerning invention according to claim 5 Since the content rate of this ceramic powder is made into 2 - 40% of the weight of total solids including metal powder and the ceramic powder of 1/2 or less mean particle diameter of the mean particle diameter of the above-mentioned metal powder It not only can form the internal electrode excellent in adhesion with a ceramic layer as mentioned above, but [when it uses for obtaining laminating ceramic electronic parts,] A poor short circuit can be effectively controlled so that it may originate in the partial defect of an internal electrode, and it excels in dependability, and electrical characteristics become possible [offering good laminating ceramic electronic parts] further.

[0037] Especially, in invention according to claim 1 to 5, since the ceramic powder of the above-mentioned specific range contains in the above-mentioned specific range in the conductive paste for internal electrode formation as mentioned above, it can use for laminating ceramic electronic parts with the thin thickness of an internal inter-electrode ceramic layer suitably. It becomes possible to follow, for example, to raise the dependability of a mass multilayer capacitor smaller.

[Translation done.]

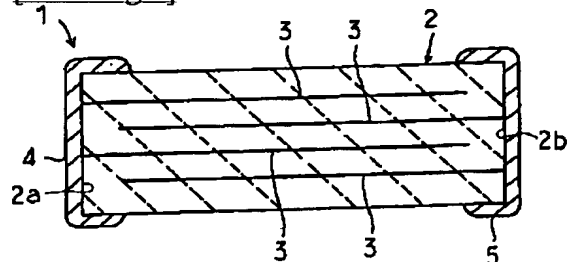
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

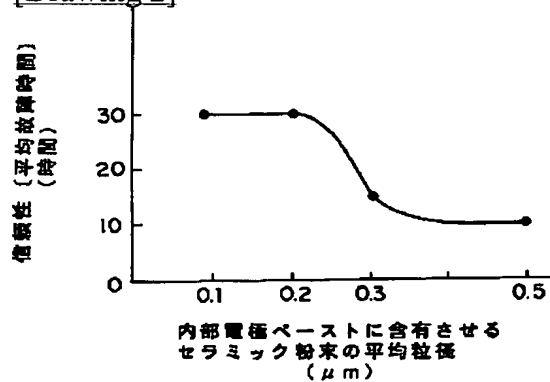
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

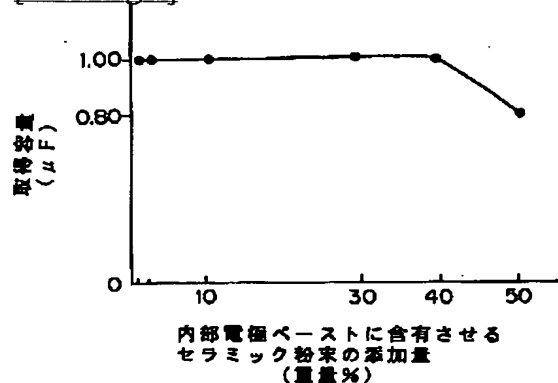
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-354374

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 G 4/30

識別記号

3 0 1

3 1 1

F I

H 0 1 G 4/30

3 0 1 C

3 1 1 D

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-154776

(22) 出願日

平成10年(1998)6月3日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 伊藤 英治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 細川 孝夫

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

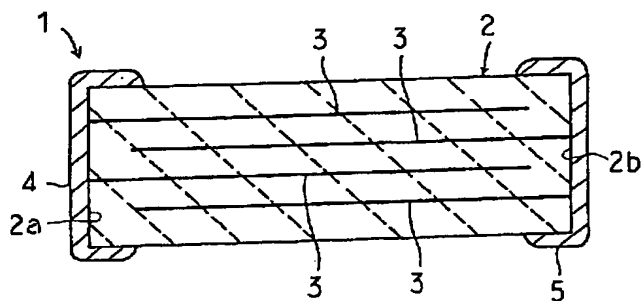
(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 積層セラミック電子部品、積層セラミック電子部品の製造方法及び内部電極形成用導電ペースト

(57) 【要約】

【課題】 内部電極とセラミック層との間の密着性に優れているだけでなく、内部電極の部分的な欠陥による短絡不良等が生じ難く、信頼性に優れており、さらに静電容量などの電気的特性が良好な積層セラミック電子部品を得る。

【解決手段】 セラミック焼結体2内に複数の内部電極3がセラミック層を介して重なり合うように積層されている積層セラミック電子部品において、内部電極3が、金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の1/2以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の2~40重量%を占めるように含有されている導電ペーストの焼成により形成されている積層セラミック電子部品。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック焼結体内に複数の内部電極がセラミック層を介して積層されている積層セラミック電子部品において、前記内部電極が、金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の $1/2$ 以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の $2 \sim 40$ 重量%の割合で含有されている導電ペーストの焼成により形成されていることを特徴とする、積層セラミック電子部品。

【請求項 2】 積層コンデンサである、請求項 1 に記載の積層セラミック電子部品。

【請求項 3】 金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の $1/2$ 以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の $2 \sim 40$ 重量%の割合で含有されている内部電極形成用導電ペーストが印刷された複数枚のセラミックグリーンシートを積層し、積層体を得る工程と、前記積層体を焼成し、セラミック焼結体を得る工程と、前記セラミック焼結体の外表面に前記内部電極に電気的に接続されるように外部電極を形成する工程とを備えることを特徴とする、積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 4】 前記セラミック粉末がセラミックグリーンシート中のセラミック粉末と同一材料からなる、請求項 3 に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 5】 金属粉末と、前記金属粉末の平均粒径の $1/2$ 以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の $2 \sim 40$ 重量%の割合で含有されていることを特徴とする、内部電極形成用導電ペースト。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば積層コンデンサのような積層セラミック電子部品及びその製造方法並びに内部電極形成用導電ペーストに関し、より詳細には、セラミックと内部電極との密着性が高められた積層セラミック電子部品、及びその製造方法、並びに上記積層セラミック電子部品に用いられる内部電極形成用導電ペーストに関する。

【0002】

【従来の技術】 積層コンデンサのような積層セラミック電子部品は、従来、例えば以下の方法により得られている。まず、セラミックグリーンシート上に内部電極を形成する。しかる後、内部電極が印刷されたセラミックグリーンシートを複数枚積層し、さらに上下に適宜の枚数の無地のセラミックグリーンシートを積層し、積層体を得る。得られた積層体を加圧した後、焼成し、セラミック焼結体を得る。得られたセラミック焼結体の外表面に外部電極を形成する。

【0003】 ところで、上記内部電極の形成は、主とし

て、内部電極形成用導電ペーストを印刷し、上記焼結工程において焼成されている。ところで、近年、例えば積層コンデンサでは、より一層の小型化及び大容量化を果たすために、内部電極間のセラミック層の厚みを薄くしたり、内部電極の積層数を増加させたりする試みがなされている。

【0004】 その結果、内部電極間のセラミック層の厚みが薄くなり、焼成時の内部電極の太りにより、得られた焼結体においてクラックが生じがちであるという問題があった。

【0005】 上記クラックを防止するために、内部電極形成用導電ペーストに、セラミック焼結体を構成しているセラミック粉末と同じセラミック粉末を添加し、内部電極とセラミック層との密着性を高める方法が試みられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、近年、セラミック電子部品の小型化に伴い、内部電極間のセラミック層の厚みは、 $10 \mu\text{m}$ 以下、さらに $5 \mu\text{m}$ 以下と非常に薄くなってきている。そのため、内部電極の構造が、特性などに大きな影響を与えるようになってきている。すなわち、内部電極形成用導電ペーストにセラミック粉末を添加した場合、内部電極に部分的に欠陥が生じたり、内部電極表面に凹凸が生じたりし、それによって、短絡不良や静電容量の低下、あるいは信頼性の低下といった問題が生じてきている。

【0007】 本発明の目的は、内部電極とセラミック層との密着性に優れており、クラック等が生じ難いだけでなく、内部電極自体の欠陥等が生じ難く、従って、電気的特性の劣化や短絡不良が少ない、信頼性に優れた積層セラミック電子部品及びその製造方法を提供することにある。

【0008】 本発明の他の目的は、積層セラミック電子部品の内部電極を形成するのに適した内部電極形成用導電ペーストであって、セラミック層との密着性に優れた内部電極を形成することができ、短絡不良や電気的特性の劣化等を引き起し難い、内部電極形成用導電ペーストを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載の発明は、セラミック焼結体内に複数の内部電極がセラミック層を介して積層されている積層セラミック電子部品において、前記内部電極が、金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の $1/2$ 以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の $2 \sim 40$ 重量%の割合で含有されている導電ペーストの焼成により形成されていることを特徴とする。本発明に係る積層セラミック電子部品は、特に限定されるわけではないが、本発明の特定の局面では、積層コンデンサが構成される。

【0010】 請求項 3 に記載の発明は、積層セラミック

電子部品の製造方法であって、金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の $1/2$ 以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の $2\sim40$ 重量%の割合で含有されている内部電極形成用導電ペーストが印刷された複数枚のセラミックグリーンシートを積層し、積層体を得る工程と、前記積層体を焼成し、セラミック焼結体を得る工程と、前記セラミック焼結体の外表面に前記内部電極に電氣的に接続されるように外部電極を形成する工程とを備える。請求項4に記載の発明では、上記セラミック粉末として、セラミックグリーンシート中のセラミック粉末と同じ材料が用いられる。

【0011】請求項5に記載の発明は、内部電極形成用導電ペーストであり、金属粉末と、前記金属粉末の平均粒径の $1/2$ 以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末が全固形分の $2\sim40$ 重量%の割合で含有されていることを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の非限定的な実施例を挙げることにより、本発明を明らかにする。

【0013】平均粒径 $0.5\mu\text{m}$ のチタン酸バリウム系セラミック粉末と、可塑剤及び有機溶剤とを混合し、セラミックスラリーを得た。このセラミックスラリーを用い、ドクターブレード法により、焼成後の厚みで $3.0\mu\text{m}$ となるセラミックグリーンシートを形成した。

【0014】このセラミックグリーンシート上に、Niよりなる内部電極形成用導電ペーストを $2.0\mu\text{m}$ の厚みで印刷した。しかる後、内部電極導電ペーストが印刷されたセラミックグリーンシートを200枚積層し、上下に適宜の枚数の無地のセラミックグリーンシートを積層し、積層体を得た。得られた積層体を加圧・加熱プレスし、積層体ブロックを得た。この積層体ブロックを個々の積層コンデンサ単位となるように厚み方向に切断した後、非酸化性雰囲気下で最高温度 1240°C となるようにして焼成し、焼結体を得た。得られた焼結体の両端

面に外部電極を形成し、図1に示す積層コンデンサを得た。なお、図1において、積層コンデンサ1では、セラミック焼結体2内において、複数の内部電極3がセラミック層を介して重なり合うように配置されている。また、セラミック焼結体2の端面に2a、2bには、外部電極4、5がそれぞれ形成されている。

【0015】上記積層コンデンサ1を得るにあたり、上記内部電極形成用導電ペーストとして、平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ のNi粉末と、下記の表1に示す平均粒径を有することを除いては、上記セラミックグリーンシートを得るのに用いたのと同じ材料からなるセラミック粉末と、ガラスフリットと、バインダ樹脂と、有機溶剤とを混練してなる導電ペーストを用いた。この場合、セラミック粉末の添加量は導電ペーストの全固形分中 10 重量%とした。

【0016】上記のようにして、内部電極形成用導電ペーストに含有されているセラミック粉末の平均粒径が 0.5 、 0.3 、 0.2 及び $0.1\mu\text{m}$ である試料番号1～4の積層コンデンサ得た。

【0017】また、平均粒径が $0.6\mu\text{m}$ のNi粉末を用い、下記の表2に示すように、内部電極形成用導電ペーストに含有されているセラミック粉末の平均粒径を、 1.0 、 0.6 、 0.3 または $0.2\mu\text{m}$ としたことを除いては、上記と同様にして試料番号5～8の各積層コンデンサを得た。

【0018】上記試料番号1～8の積層コンデンサの信頼性を評価するために、 150°C の温度で定格電圧

(6.3V)の4倍の直流電圧を印加し、故障に至る時間の平均、すなわち平均故障時間を求めた。なお、故障とは、抵抗が $10^6\Omega$ 以下となった状態をいうものとする。結果を表1及び表2に示す。また、試料番号1～4については、図2に表1の結果を示す。

【0019】

【表1】

試料番号	内部電極ペーストに含有させるセラミック粉末の平均粒径(μm)	信頼性評価 [平均故障時間] (時間)
1	0.5	10
2	0.3	15
3	0.2	50
4	0.1	50

【0020】

【表2】

試料番号	内部電極ペーストに含有させるセラミック粉末の平均粒径(μm)	信頼性評価 [平均故障時間 (時間)]
5	1.0	10
6	0.6	20
7	0.3	45
8	0.2	45

【0021】表1及び図2から明らかなように、0.4 μm の平均粒径のNi粉末を用いた場合、導電ペースト中に含有させたセラミック粉末の平均粒径が0.2 μm 以下の場合、平均故障時間が大幅に長くなり、信頼性が飛躍的に高められることがわかる。同様に、平均粒径が0.6 μm のNi粉末を用いた場合においても、Ni粉末の平均粒径の1/2以下である平均粒径のセラミック粉末を用いた試料番号7、8では、故障に至る時間が飛躍的に長くなり、信頼性が高められることがわかる。

【0022】上記のように、平均粒径が金属粉末の平均粒径の1/2以下のセラミック粉末を用いることにより、信頼性を高め得るのは、内部電極形成用導電ペースト中に含まれているセラミック粉末が、金属粉末の粒径の1/2以下とされているので、焼成に際しセラミック層側に内部電極形成用導電ペースト中のセラミック粉末が徐々に排出され、内部電極表面が平滑化されるためと考えられる。

【0023】次に、試料番号3と同様に、平均粒径0.4 μm のNi粉末に対し、導電ペースト中に含有されるセラミック粉末として平均粒径0.2 μm のセラミック

粉末を用い、但し該セラミック粉末の含有割合を種々変化させて下記の表3に示す試料番号9～14の各積層コンデンサを上記と同様にして得た。なお、表3において、セラミック粉末の添加量とは、導電ペースト中の全固形分に対する含有されているセラミック粉末の含有割合(重量%)を示す。

【0024】上記試料番号9～14の積層コンデンサを得るにあたり、外部電極形成前に焼結体の端面を観察し、内部電極とセラミック層との間でクラックが発生しているか否かを評価した。その結果、セラミック粉末の含有割合が1重量%である試料番号9では、セラミック焼結体端面においてクラックが認められた。試料番号10～14の積層コンデンサにおいては、セラミック焼結体端面に上記クラックは認められなかった。

【0025】また、試料番号9～14で得られた各積層コンデンサについて、静電容量を測定した。結果を下記の表3及び図3に示す。

【0026】

【表3】

試料番号	内部電極ペーストに含有させるセラミック粉末の添加量(重量%)	焼結体チップの外観	取得容量(μF)
9	1	× (クラック発生)	1.00
10	2	○	1.00
11	10	○	1.05
12	30	○	1.03
13	40	○	1.00
14	50	○	0.80

【0027】表3から明らかなように、セラミック粉末の含有割合が40重量%以下である内部電極形成用導電ペーストを用いた試料番号9～13では、静電容量が1 μF 以上であったのに対し、セラミック粉末含有割合が50重量%である内部電極形成用導電ペーストを用いた試料番号14では、静電容量は0.8 μF にとどまった。

【0028】従って、表3及び図3の結果から、セラミック粉末の含有割合は、内部電極形成用導電ペースト中の全固形分に対し、40重量%以下とすれば、十分な静電容量の得られることがわかる。また、上記クラックの発生を防止するには、セラミック粉末の含有割合は、2重量%以上とすればよいことがわかる。

【0029】さらに、より好ましくは、セラミック粉末

の含有割合を10～30重量%の範囲とすれば、大きな静電容量の得られることも分かる（試料番号11、12の結果参照）。

【0030】なお、上記試料番号1～14は、いずれも積層セラミックコンデンサについての結果であるが、上記のように大きな電圧を印加した場合に故障が生じ難いのは、平均粒径が金属粉末の平均粒径の1/2以下のセラミック粉末を用いたことによるものであり、かつ静電容量などの電気的特性やクラックが生じ難いことは、該セラミック粉末の導電ペースト中の含有割合によるものであるため、本発明は、単に積層セラミックコンデンサだけでなく、複数の内部電極がセラミック層を介して重なり合うように配置された積層セラミック電子部品一般に適用することができ、同様の効果を得ることができる。

【0031】このように積層セラミック電子部品としては、積層バリスタ、積層圧電共振部品、積層サーミスタ、積層セラミック多層基板など、様々な積層セラミック電子部品を例示することができる。また、用いるセラミックや金属粉末も、上記実施例のものに限ることはなく、例えば金属粉末はCu、Ag、Pd等の場合にも適用できる。なお、セラミック粉末は機能素子と同じ材料に限ることはなく、その一成分であってもよい。

【0032】

【発明の効果】請求項1に記載の発明に係る積層セラミック電子部品では、内部電極が、金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の1/2以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末がペースト中の全固形分の2～40重量%の割合で含有されている導電ペーストの焼き付けにより形成されているので、内部電極とセラミック層との密着性が高められるだけでなく、内部電極の部分的な欠陥が生じ難いためか、短絡不良などが生じ難く、信頼性に優れ、さらに静電容量などの電気的特性の劣化が生じ難い、積層セラミック電子部品を提供することが可能となる。

【0033】請求項2に記載の発明では、内部電極の欠陥による短絡不良が生じ難く、信頼性に優れ、内部電極とセラミック層との間のクラックが生じ難く、かつ静電容量の低下が生じ難い、積層コンデンサを提供することができる。

【0034】請求項3に記載の発明では、積層セラミック電子部品の製造にあたり、金属粉末と、該金属粉末の平均粒径の1/2以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末がペースト中の全固形分中2～40重量%となるように含有されている導電ペーストをセラミックグリーンシート上に印刷し、該セラミックグ

リーンシートを用いて得られた積層体を焼成することにより内部電極が形成されている。従って、焼成に際して、内部電極形成用導電ペースト中に含有されているセラミック粉末がセラミック層側に拡散するためか、内部電極とセラミック層との密着性が高められるだけでなく、内部電極の欠陥による短絡不良が生じ難く、電気的特性の低下が生じ難い信頼性に優れた高性能の積層セラミック電子部品を提供することができる。

【0035】請求項4に記載の発明では、上記セラミック粉末が、セラミックグリーンシート中のセラミック粉末と同じ材料により構成されているので、セラミック層と内部電極との密着性がより一層高められる。

【0036】請求項5に記載の発明に係る内部電極形成用導電ペーストでは、金属粉末と、上記金属粉末の平均粒径の1/2以下の平均粒径のセラミック粉末とを含み、該セラミック粉末の含有割合が全固形分の2～40重量%とされているので、積層セラミック電子部品を得るのに用いた場合、上記のように、セラミック層との密着性に優れた内部電極を形成することができるだけでなく、内部電極の部分的な欠陥に起因するように短絡不良を効果的に抑制することができ、信頼性に優れ、さらに電気的特性が良好な積層セラミック電子部品を提供することが可能となる。

【0037】特に、請求項1～5に記載の発明では、上記のように内部電極形成用導電ペースト中に上記特定の範囲のセラミック粉末が上記特定の範囲で含有されているため、内部電極間のセラミック層の厚みが薄い、積層セラミック電子部品に好適に好適に用いることができる。従って、例えば、より小型であり、かつ大容量の積層コンデンサの信頼性を高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される積層コンデンサの一例を示す断面図。

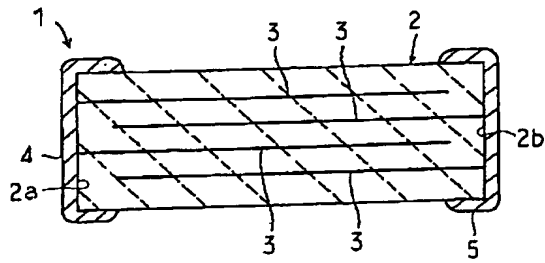
【図2】試料番号1～4の積層コンデンサにおける導電ペースト中に含有されているセラミック粉末の平均粒径と、信頼性評価結果（平均故障時間）との関係を示す図。

【図3】試料番号9～14において、内部電極形成用導電ペーストに含有されているセラミック粉末の添加量と、得られた積層コンデンサの静電容量との関係を示す図。

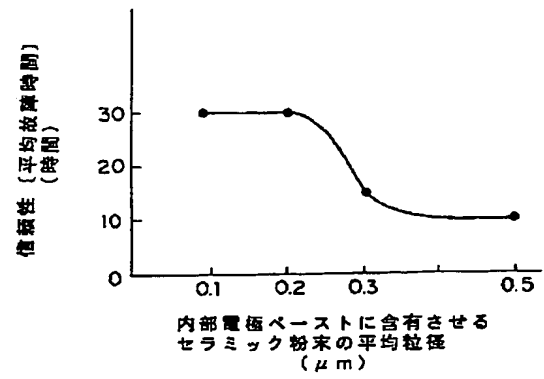
【符号の説明】

- 1…積層コンデンサ
- 2…セラミック焼結体
- 3…内部電極
- 4、5…外部電極

【図 1】



【図 2】



【図 3】

